

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-195381

(43)Date of publication of application : 30.07.1996

(51)Int.Cl. H01L 21/3065  
H01L 21/306

(21)Application number : 07-004567

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 17.01.1995

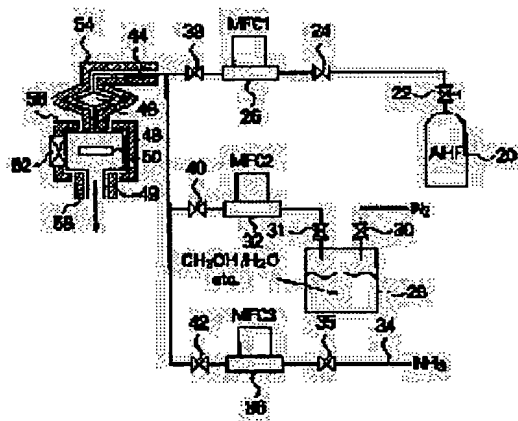
(72)Inventor : TSUKUNE ATSUHIRO  
SUZUKI KOSUKE

## (54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a method of manufacturing a semiconductor device, wherein a silicon oxide film is controlled in etching rate by adding impurities when a silicon oxide film is etched with HF gas-containing etching gas in a semiconductor device manufacturing process.

**CONSTITUTION:** Valves 22, 24, and 38 are opened first, HF gas is fed from a bomb 20, valves 30, 31, and 40 are opened, N<sub>2</sub> gas containing alcohol is supplied from a chemical tank 28, valves 35 and 42 are opened, and NH<sub>3</sub> gas is fed through a pipe 34. In succession, gases are so controlled by flow controllers 26, 32, and 36 as to be proper in flow rate as prescribed respectively. Then, a wafer 50 to be etched is placed in an etching chamber 48 through a gate valve 52, and a silicon oxide film starts being etched. When the etching of the silicon oxide film is finished, the valves 22, 24, 38, 30, 31, 40, 35, and 42 are closed to stop etching gas from being supplied.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-195381

(43) 公開日 平成8年(1996)7月30日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/3065

21/306

H 0 1 L 21/ 302

F

P

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-4567

(22) 出願日 平成7年(1995)1月17日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 筑根 敏弘

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

(72) 発明者 鈴木 浩助

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 北野 好人

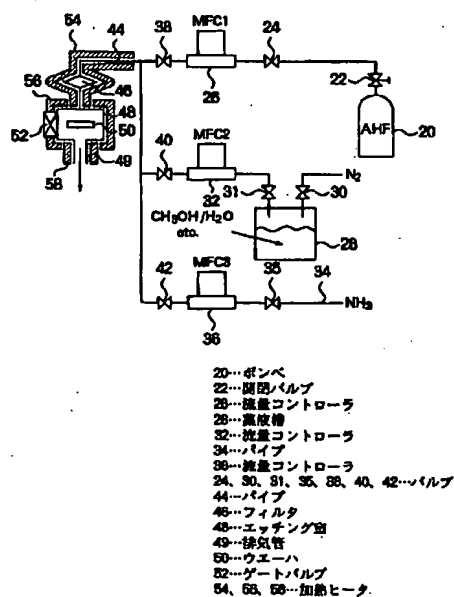
(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 HF ガスを含むエッチングガスを用いてシリコン酸化膜をエッチングする半導体装置の製造方法に関し、不純物の添加の有無によりシリコン酸化膜のエッチングレートを制御することができる半導体装置の製造方法を提供することを目的とする。

【構成】 まず、バルブ22、24、38を開け、ポンプ20からHFガスを供給し、バルブ30、31、40を開け、薬液槽28からアルコールを含んだN<sub>2</sub>ガスを供給し、バルブ35、42を開け、パイプ34からNH<sub>3</sub>ガスを供給する。続いて、流量コントローラ26、32、36により各ガスが所定の流量になるように流量を制御する。続いて、ゲートバルブ52を介してエッチングすべきウエーハ50をエッチング室48に入れ、シリコン酸化膜のエッチングを開始する。シリコン酸化膜のエッチングが終了すると、各バルブ22、24、38、30、31、40、35、42を閉じて、エッチングガスの供給を停止する。

本発明の一実施例において用いられるエッチング装置を示す図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 HF ガスを含むエッチングガスを用いてシリコン酸化膜をエッチングする半導体装置の製造方法において、  
前記エッチングガスに、pHを大きくする特性を有するガスを混合することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 請求項1記載の半導体装置の製造方法において、

前記HF ガスを含むエッチングガスは、無水HF又はHFを含んだ溶液の蒸気を用いて生成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項3】 請求項1又は2記載の半導体装置の製造方法において、

前記pHを大きくする特性を有するガスは、NH<sub>3</sub>又はNH<sub>4</sub>OH若しくはNH<sub>4</sub>Fを含んだ溶液の蒸気を用いて生成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれかに記載の半導体装置の製造方法において、

前記エッチングガスに、アルコール類の蒸気を混合することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれかに記載の半導体装置の製造方法において、

約500 Torr以下の減圧下でエッチングを行うことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項6】 請求項1乃至5のいずれかに記載の半導体装置の製造方法において、

約50℃以下の温度でエッチングを行うことを特徴とする半導体装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、HF ガスを含むエッチングガスを用いてシリコン酸化膜をエッチングする半導体装置の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】シリコン基板上に形成する半導体デバイスでは、絶縁膜としてシリコン酸化膜が使われることが多い。シリコン酸化膜には、不純物が添加されていないシリコン酸化膜（NSG膜）、リンが添加されたシリコン酸化膜（PSG膜）、硼素が添加されたシリコン酸化膜（BSG膜）、リンと硼素が添加されたシリコン酸化膜（BPSG膜）等の種類があり、流動性等の特性に応じて使い分けられている。

【0003】例えば、ダイナミックRAMのメモリセルの場合、図5に示すように、フィン構造のキャパシタを用いたものがある。シリコン基板10上にMOSトランジスタ12が形成され、そのMOSトランジスタ12は流動性の高いBPSG膜14により平坦化されている。その平坦化されたBPSG膜14上にフィン構造のキャパシタ16が形成されている。

【0004】図5（a）に示すように、キャパシタ16は、フィンとなる多結晶シリコン膜16Aとシリコン酸化膜16Bを交互に堆積することにより複数枚（図5では2枚）のフィンを形成する。このシリコン酸化膜16Bとしては、流動性の低い不純物が添加されていないNSG膜が用いられている。その後、フィン構造にするためには、図5（b）に示すように、多結晶シリコン層16Aの間に挟まれたシリコン酸化膜16Bを除去する必要がある。

【0005】シリコン酸化膜16Bの除去は、通常、HF ガスを含むエッチングガスを用いて行われる。しかし、多結晶シリコン層16Aの間に挟まれたシリコン酸化膜16Bも、平坦化に用いられたBPSG膜14も、同じシリコン酸化膜であるため、HF ガスを含むエッチングガスによりエッチングされてしまう。しかも、不純物が含まれたBPSG膜14の方がエッチングレートが大きいので、シリコン酸化膜16Bをエッチング除去しているうちにBPSG膜14もエッチングされてしまう。

【0006】このことを防止するため、従来は、BPSG膜14上にエッチングストップとしてシリコン窒化膜18を形成しておき、シリコン酸化膜16Bのエッチング時にBPSG膜14がエッチングされるのを防止していた。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来の半導体装置においては、不純物が含まれたシリコン酸化膜上に形成されたシリコン酸化膜を選択的にエッチングするために、シリコン窒化膜等のエッチングストップを新たに設けなければならず、製造工程数が増加するという問題があった。

【0008】本発明は、不純物の添加の有無によりシリコン酸化膜のエッチングレートを制御することができる半導体装置の製造方法を提供することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的は、HF ガスを含むエッチングガスを用いてシリコン酸化膜をエッチングする半導体装置の製造方法において、前記エッチングガスに、pHを大きくする特性を有するガスを混合することを特徴とする半導体装置の製造方法によって達成される。

【0010】上述した半導体装置の製造方法において、前記HF ガスを含むエッチングガスは、無水HF又はHFを含んだ溶液の蒸気を用いて生成することが望ましい。上述した半導体装置の製造方法において、前記pHを大きくする特性を有するガスは、NH<sub>3</sub>又はNH<sub>4</sub>OH若しくはNH<sub>4</sub>Fを含んだ溶液の蒸気を用いて生成することが望ましい。

【0011】上述した半導体装置の製造方法において、アルコール類の蒸気を混合することが望ましい。上述し

た半導体装置の製造方法において、約500 Torr以下の減圧下でエッチングを行うことが望ましい。上述した半導体装置の製造方法において、約50℃以下の温度でエッチングを行うことが望ましい。

【0012】

【作用】本発明によれば、エッチングガスに、pHを大きくする特性を有するガスを混合したので、不純物の添加の有無によりシリコン酸化膜のエッチングレートを制御することができる。上述した半導体装置の製造方法において、HFガスを含むエッチングガスとして、無水HF又はHFを含んだ溶液の蒸気を用いて生成してもよいし、pHを大きくする特性を有するガスとして、NH<sub>3</sub>又はNH<sub>4</sub>OH若しくはNH<sub>4</sub>Fを含んだ溶液の蒸気を用いて生成してもよい。

【0013】上述した半導体装置の製造方法において、アルコール類の蒸気を混合すれば、HFガスのイオン化を促進することができる。上述した半導体装置の製造方法において、約500 Torr以下の減圧下でエッチングを行うようにすれば、エッチングレートを全体的に低く抑えることができる。

【0014】上述した半導体装置の製造方法において、約50℃以下の温度でエッチングを行うようにすれば、エッチングガスを吸着しやすくすることができる。

【0015】

【実施例】本発明の一実施例による半導体装置の製造方法を図1乃至図3を用いて説明する。図1に本実施例において用いられるエッチング装置を示し、図2に本実施例によるエッチング特性を示し、図3に本実施例による半導体装置の製造方法を示す。

【0016】本実施例において用いられるエッチング装置では、図1に示すように、3種類のガスを生成し、それらを混合してエッチングガスとする。第1番目のガスとしてHFガスを用いる。HFガスによりシリコン酸化膜をエッチングする。本実施例ではポンプ20に収容された無水ふっ酸から生成されたHFガスを用いる。無水ふっ酸の代わりに、ふっ酸を含む溶液の蒸気を用いてHFガスを生成してもよい。無水ふっ酸が収容されたポンプ20には開閉バルブ22が設けられ、更にバルブ24を介して流量コントローラ26が設けられている。

【0017】第2番目のガスとしてアルコールを含んだN<sub>2</sub>ガスを用いる。アルコールを含んだN<sub>2</sub>ガスによりHFガスのイオン化を促進する。本実施例では、アルコールと水の混合溶液を薬液槽28に収容し、その薬液槽28にバルブ30を介して窒素ガスを導入する。薬液槽28にはバルブ31を介して流量コントローラ32が設けられている。

【0018】第3番目のガスとしてNH<sub>3</sub>ガスを用いる。NH<sub>3</sub>ガスによりエッチングガスのpHを高くして、不純物を含むシリコン酸化膜のエッチングレートを低くする。NH<sub>3</sub>ガスの代わりに、NH<sub>4</sub>OH若しくは

NH<sub>4</sub>Fを含んだ溶液の蒸気を用いてもよい。本実施例では、NH<sub>3</sub>ガスがパイプ34から導入される。NH<sub>3</sub>ガスが導入されるパイプ34にはバルブ35を介して流量コントローラ36が設けられている。

【0019】HFガス用の流量コントローラ26、アルコールを含んだN<sub>2</sub>ガス用の流量コントローラ32、NH<sub>3</sub>ガス用の流量コントローラ36は、それぞれ、バルブ38、40、42を介して、共通のパイプ44に接続されている。パイプ44はフィルタ46を介してエッチング室48に接続されている。フィルタ46によりエッチングガス中のパーティクル等を除去する。

【0020】エッチング室48内にはエッチングされるウェーハ50が載置されている。このエッチング室48にはゲートバルブ52が設けられ、ゲートバルブ52を介してウェーハ50が出し入れされる。エッチング室48には排気管49が設けられ、この排気管49からエッチング室48の排気ガスが排出される。

【0021】なお、HFガスと、アルコールを含んだN<sub>2</sub>ガスと、NH<sub>3</sub>ガスの混合ガスを150℃程度に加熱するために、パイプ44及びフィルタ46、エッチング室48、排気管49は、それぞれ加熱ヒータ54、56、58により一定温度に加熱されている。図1に示すエッチング装置を用いたエッチング方法について説明する。

【0022】まず、バルブ22、24、38を開け、ポンプ20からHFガスを供給し、バルブ30、31、40を開け、薬液槽28からアルコールを含んだN<sub>2</sub>ガスを供給し、バルブ35、42を開け、パイプ34からNH<sub>3</sub>ガスを供給する。続いて、流量コントローラ26、32、36により各ガスが所定の流量になるように流量を制御する。

【0023】続いて、ゲートバルブ52を介してエッチングすべきウェーハ50をエッチング室48に入れ、シリコン酸化膜のエッチングを開始する。シリコン酸化膜のエッチングが終了すると、各バルブ22、24、38、30、31、40、35、42を閉じて、エッチングガスの供給を停止する。本実施例によるエッチング特性を図2を用いて説明する。

【0024】図2は、不純物を含まないNSG膜のエッチングレートと、硼素と燐を含むBPSG膜のエッチングレートを示している。エッチング条件は、HFガスの流量を50 sccmとし、アルコールを含んだN<sub>2</sub>ガスの流量を500 sccmとし、50 Torr (6650 Pa)の圧力下で、温度20℃であった。このエッチング条件でNH<sub>3</sub>ガスの流量を0 sccmから100 sccmまで変化させて、NSG膜のエッチングレートと、BPSG膜のエッチングレートを測定した。

【0025】図2に示すように、NSG膜のエッチングレートはNH<sub>3</sub>ガスの流量によりあまり変化せず、NH<sub>3</sub>ガスの流量が増えると僅かに大きくなる。これに対

し、BPSG膜のエッチングレートはNH<sub>3</sub>ガスの流量により大きく変化する。NH<sub>3</sub>ガスの流量が増えると急激に小さくなる。NH<sub>3</sub>ガスの流量が少ないと、BPSG膜のエッチングレートはNSG膜のエッチングレートの5倍以上であるが、NH<sub>3</sub>ガスの流量が増えていくとBPSG膜のエッチングレートが低下してNSG膜のエッチングレートに近付いていく。図2の実施例では、NH<sub>3</sub>ガスの流量が約70 sccmでBPSG膜のエッチングレートとNSG膜のエッチングレートがほぼ同じになる。NH<sub>3</sub>ガスの流量が更に増えると、逆転してBPSG膜のエッチングレートの方がNSG膜のエッチングレートより小さくなる。そして、NH<sub>3</sub>ガスの流量が約100 sccmではBPSG膜のエッチングレートはNSG膜のエッチングレートの1/3程度に減少する。

【0026】したがって、BPSG膜に対してNSG膜を選択的にエッチング除去する場合には、NH<sub>3</sub>ガスの流量を所定量(70 sccm)以上に大きくすればよい。逆に、NSG膜に対してBPSG膜を選択的にエッチング除去する場合には、NH<sub>3</sub>ガスの流量を所定量(70 sccm)以下にすればよい。また、BPSG膜とNSG膜を同じレートでエッチングしたい場合には、NH<sub>3</sub>ガスの流量を所定量(70 sccm)にすればよい。すなわち、NH<sub>3</sub>ガスの流量を制御することにより、BPSG膜とNSG膜のエッチングレート比を自由に制御することができる。

【0027】なお、図2に示すエッチングレートはあくまで一例であって、他のエッチング条件や、シリコン酸化膜の不純物の種類や量により変化するとは言ってもない。例えば、図2の実施例は50 Torrの圧力下のエッチング条件であったが、エッチングレートを一定程度抑えることができる低圧力下、例えば、500 Torr以下の圧力であればよい。

【0028】また、図2の実施例は20℃の温度のエッチング条件であったが、エッチングガスを一定程度吸着する温度、例えば、50℃以下の温度であればよい。ダイナミックRAMのメモリセルを製造する場合に、本実施例によるエッチング方法を用いれば、従来のようなエッチングストップを用いる必要がない。このことを図3を用いて説明する。

【0029】図3に示すように、シリコン基板10上にMOSトランジスタ12が形成され、そのMOSトランジスタ12は流動性の高いBPSG膜14により平坦化されている。その平坦化されたBPSG膜14上にフィン構造のキャパシタ16が形成されている。図3(a)に示すように、キャパシタ16は、フィンとなる多結晶シリコン膜16Aとシリコン酸化膜(NSG膜)16Bを交互に堆積することにより複数枚のフィンを形成する。フィン構造にするために、NH<sub>3</sub>ガスの流量を所定量以上にするエッチング条件により、BPSG膜14に対してNSG膜16Bを選択的にエッチング除去する。

図3(b)に示すように、エッチングストップがなくとも、多結晶シリコン層16Aの間に挟まれたシリコン酸化膜16Bだけが選択的に除去されてフィン構造が形成される。

【0030】本発明の他の実施例による半導体装置の製造方法を図4を用いて説明する。図4に本実施例において用いられるエッチング装置を示す。図1に示すエッチング装置と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略又は簡略にする。本実施例のエッチング装置は、図4に示すように、2種類のガスを生成し、それらを混合してエッチングガスとする。

【0031】第1番目のガスとしてHFガスを用いる。HFガスによりシリコン酸化膜をエッチングする。本実施例では、ふっ酸を含む溶液を薬液槽60に収容し、その薬液槽60にバルブ62を介して窒素ガスを導入する。薬液槽60にはバルブ64を介して流量コントローラ66が設けられている。

【0032】第2番目のガスとしてNH<sub>3</sub>を含んだN<sub>2</sub>ガスを用いる。NH<sub>3</sub>によりエッチングガスのpHを高くする。本実施例では、NH<sub>3</sub>、OH若しくはNH<sub>4</sub>Fを含んだ溶液を薬液槽68に収容し、その薬液槽68にバルブ70を介して窒素ガスを導入する。薬液槽68にはバルブ72を介して流量コントローラ74が設けられている。

【0033】HFガス用の流量コントローラ66、NH<sub>3</sub>ガス用の流量コントローラ74は、それぞれ、バルブ76、78を介して、共通のパイプ80に接続されている。パイプ80はフィルタ46を介してエッチング室48に接続されている。フィルタ46によりエッチングガス中のパーティクル等を除去する。

【0034】エッチング室48内にはエッチングされるウエーハ50が載置されている。このエッチング室48にはゲートバルブ52が設けられ、ゲートバルブ52を介してウエーハ50が出し入れされる。エッチング室48には排気管49が設けられ、この排気管49からエッチング室48の排気ガスが排出される。

【0035】なお、HFガスと、NH<sub>3</sub>を含んだN<sub>2</sub>ガスの混合ガスを150℃程度に加熱するために、パイプ80及びフィルタ46、エッチング室48、排気管49は、それぞれ加熱ヒータ54、56、58により一定温度に加熱されている。図4に示すエッチング装置を用いたエッチング方法について説明する。まず、バルブ62、64、76を開け、薬液槽60からHFガスを供給し、バルブ70、72、78を開け、薬液槽68からNH<sub>3</sub>ガスを供給する。

【0036】続いて、流量コントローラ66、74により各ガスが所定の流量になるように流量を制御する。続いて、ゲートバルブ52を介してエッチングすべきウエーハ50をエッチング室48に入れ、シリコン酸化膜のエッチングを開始する。シリコン酸化膜のエッチングが

終了すると、各バルブ62、64、76、70、72、78を閉じて、エッチングガスの供給を停止する。

【0037】このように本実施例によれば、エッチングレートに大きな影響があるNH<sub>3</sub>ガスをエッチングガスに混合するようにしたので、不純物の添加の有無によりシリコン酸化膜のエッチングレートを制御することができる。本発明は上記実施例に限らず種々の変形が可能である。例えば、上記実施例では、NH<sub>3</sub>ガスのようなpHを大きくする特性を有するガスの流量を制御して、BPSG膜とNSG膜とのエッチング比を制御したが、BPSG膜とPSG膜とのエッチング比の場合も同様な傾向があり、pHを大きくする特性を有するガスの流量を制御することにより、BPSG膜とPSG膜とのエッチング比を制御することができる。

【0038】また、上記実施例では、pHを大きくする特性を有するガスとしてNH<sub>3</sub>ガスを用いたが、他のpHを大きくする特性を有するガスを用いてもよい。更に、上記実施例では、図示のエッチング装置を用いたが、このエッチング装置はあくまで一例であって、HFガスを含むエッチングガスにpHを大きくする特性を有するガスを混合するものであれば、いかなる構成でもよい。

【0039】

【発明の効果】以上の通り、本発明によれば、エッチングガスに、pHを大きくする特性を有するガスを混合したので、不純物の添加の有無によりシリコン酸化膜のエッチングレートを制御することができる。上述した半導体装置の製造方法において、HFガスを含むエッチングガスとして、無水HF又はHFを含んだ溶液の蒸気を用いて生成してもよいし、pHを大きくする特性を有するガスとして、NH<sub>3</sub>又はNH<sub>4</sub>OH若しくはNH<sub>4</sub>Fを含んだ溶液の蒸気を用いて生成してもよい。

【0040】上述した半導体装置の製造方法において、アルコール類の蒸気を混合すれば、HFガスのイオン化を促進することができる。上述した半導体装置の製造方法において、約500 Torr以下の減圧下でエッチングを行うようにすれば、エッチングレートを全体的に低く抑えることができる。

【0041】上述した半導体装置の製造方法において、約50℃以下の温度でエッチングを行うようにすれば、エッチングガスを吸着しやすくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例において用いられるエッチング装置を示す図である。

【図2】本発明の一実施例によるエッチング特性を示すグラフである。

【図3】本発明の一実施例による半導体装置の製造方法を示す工程断面図である。

【図4】本発明の他の実施例において用いられるエッチング装置を示す図である。

【図5】従来の半導体装置の製造方法を示す工程断面図である。

【符号の説明】

10…シリコン基板

12…MOSトランジスタ

14…BPSG膜

16…キャパシタ

16A…多結晶シリコン膜

16B…シリコン酸化膜

18…シリコン窒化膜

20…ボンベ

22…開閉バルブ

26…流量コントローラ

28…薬液槽

32…流量コントローラ

34…パイプ

36…流量コントローラ

24、30、31、35、38、40、42…バルブ

44…パイプ

46…フィルタ

48…エッチング室

49…排気管

50…ウエーハ

52…ゲートバルブ

54、56、58…加熱ヒータ

60…薬液槽

66…流量コントローラ

68…薬液槽

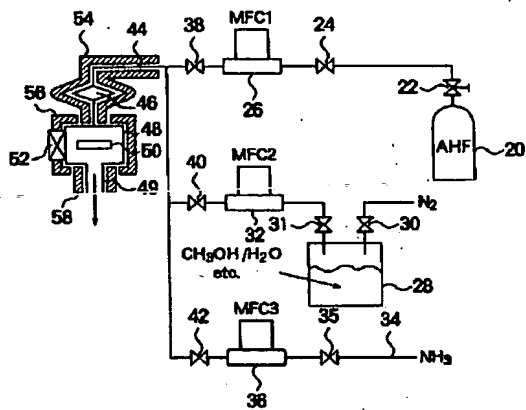
74…流量コントローラ

62、64、70、72、76、78…バルブ

80…パイプ

【図 1】

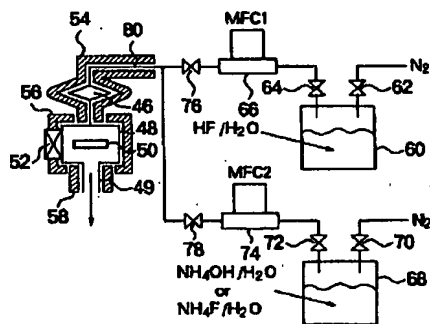
本発明の一実施例において用いられるエッチング装置を示す図



- 20…ポンプ  
22…開閉バルブ  
26…流量コントローラ  
28…薬液槽  
32…流量コントローラ  
34…パイプ  
36…流量コントローラ  
24、30、31、35、38、40、42…バルブ  
44…フィルタ  
48…エッチング室  
49…排気管  
50…ウエーハ  
52…ゲートバルブ  
54、56、58…加熱ヒータ

【図 4】

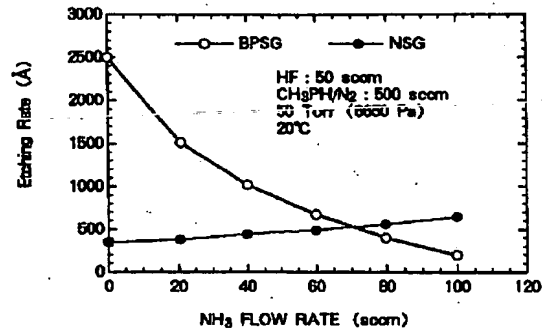
本発明の他の実施例において用いられるエッチング装置を示す図



- 60…薬液槽  
66…流量コントローラ  
68…薬液槽  
74…流量コントローラ  
62、64、70、72、76、78…バルブ  
80…パイプ

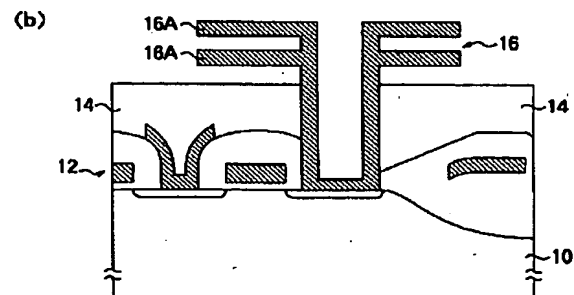
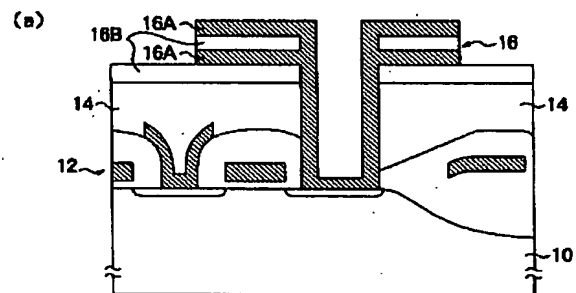
【図 2】

本発明の一実施例によるエッチング特性を示すグラフ



【図 3】

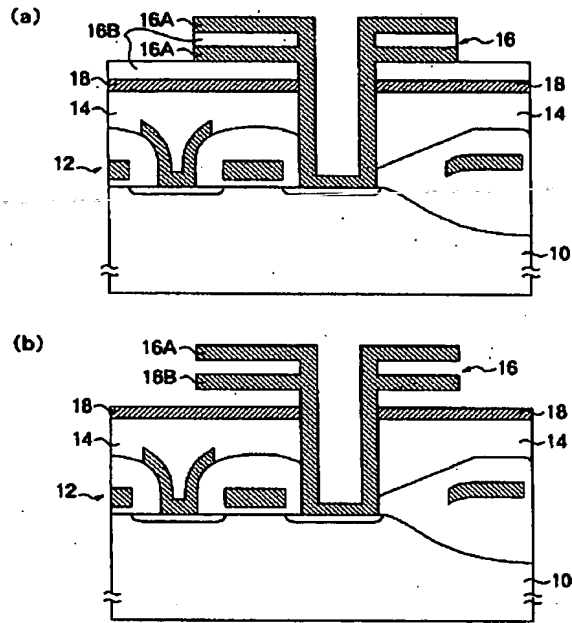
本発明の一実施例による半導体装置の製造方法を示す工程断面図



- 10…シリコン基板  
12…MOS トランジスタ  
14…BPSG 膜  
16…キャパシタ  
18A…多結晶シリコン膜  
18B…シリコン酸化膜

【図5】

従来の半導体装置の製造方法を示す工程断面図



18...シリコン酸化膜